

IOWA STATE UNIVERSITY

Digital Repository

Agricultural and Biosystems Engineering
Publications

Agricultural and Biosystems Engineering

8-2015

Hermetic Storage Systems for Maize

Carl J. Bern

Iowa State University, cjbern@iastate.edu

A. Yakubu

Iowa State University

Kurt A. Rosentrater

Iowa State University, karosent@iastate.edu

Thomas J. Brumm

Iowa State University, tbrumm@iastate.edu

Follow this and additional works at: https://lib.dr.iastate.edu/abe_eng_pubs



Part of the [Agricultural Economics Commons](#), and the [Bioresource and Agricultural Engineering Commons](#)

The complete bibliographic information for this item can be found at https://lib.dr.iastate.edu/abe_eng_pubs/841. For information on how to cite this item, please visit <http://lib.dr.iastate.edu/howtocite.html>.

This Article is brought to you for free and open access by the Agricultural and Biosystems Engineering at Iowa State University Digital Repository. It has been accepted for inclusion in Agricultural and Biosystems Engineering Publications by an authorized administrator of Iowa State University Digital Repository. For more information, please contact digirep@iastate.edu.

Hermetic Storage Systems for Maize

Abstract

Without proper management, losses of maize stored by subsistence farmers can be 100% of the crop. Local experts estimated that 22.4% of the 2008 maize crop in the countries of Southern and Eastern Africa was lost during storage. Losses in the Kamuli district of Uganda are estimated at 40%. The value of postharvest losses of grain in Sub-Saharan Africa could be as much as US\$ 4 billion out of a grain production value of US\$ 27 billion for 2005-07. These losses represent a huge mass of grain that could be made available for food without use of additional land, seed, labor, water, and other inputs.

Disciplines

Agricultural Economics | Agriculture | Bioresource and Agricultural Engineering

Comments

This article is published as Bern, Carl J., A. Yakubu, Kurt A. Rosentrater, and Thomas J. Brumm. "Hermetic storage systems for maize." *Miller Magazine (Değirmenci Dergisi)* 68 (2015): 74-81. Posted with permission.

Hermetic Storage Systems for Maize

Mısır için Hermetik Depolama Sistemi



▶ Carl J. BERN, A. YAKUBU, Kurt A. ROSENTRATER, Tom J. BRUMM

Agricultural and Biosystems Engineering Department, Iowa State University, USA
Ziraat ve Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iowa State Üniversitesi, ABD

“Without proper management, losses of maize stored by subsistence farmers can be 100% of the crop. Local experts estimated that 22.4% of the 2008 maize crop in the countries of Southern and Eastern Africa was lost during storage. Losses in the Kamuli district of Uganda are estimated at 40%. The value of postharvest losses of grain in Sub-Saharan Africa could be as much as US\$ 4 billion out of a grain production value of US\$ 27 billion for 2005-07. These losses represent a huge mass of grain that could be made available for food without use of additional land, seed, labor, water, and other inputs.”

“Geçimlik çiftliklerde depolanan mısır, uygun şekilde yönetilmezse, üründeki kayıp yüzde 100’e kadar ulaşabilir. Yerel uzmanlar Güney ve Doğu Afrika’da 2008 yılına ait mısırın yüzde 22,4’ünün depolama sırasında kaybolduğunu tahmin etmektedir. Uganda’nın Kamuli bölgesindeki kayıpların yüzde 40’ı bulunduğu tahmin ediliyor. Sahra-Altı Afrika’da, toplam üretim değeri 24 milyar dolar olan tahılların, hasat sonrası kaybolan değeri 4 milyar dolar olabilir. Bu kayıplar; ilave tarım alanı, tohum, iş gücü, su ve diğer girdiler olmadan gıda bulunurluğu için kullanılacak yığınla tahılı temsil ediyor olabilir.”

INTRODUCTION

Maize is a preferred staple food crop for about 900 000 of the world’s poor consumers and about one third of all malnourished children. For example, in Kenya and Tanzania, maize contributes over one-third of people’s daily caloric intake.

STORAGE LOSSES OF MAIZE

On small farms, maize is harvested by hand, air dried, and placed in storage. Drying corn to 14% moisture or less is necessary to prevent growth of molds and fungi. Storage in a secure container can prevent losses from rats and birds. But, Maize may be infested with insects such as

GİRİŞ

Mısır, dünyadaki 900 bin fakir tüketici ve bunun üçte birini oluşturan yetersiz beslenen çocuklar için öncelikli temel gıdadır. Mısır, Kenya ve Tanzanya’da insanların günlük kalori alımının üçte birini karşılamaktadır.

MISIR’DA DEPOLAMA KAYIPLARI

Mısır küçük çiftliklerde elle hasat edilir, kurutulur ve depoya yerleştirilir. Mısırı yüzde 14 ya da daha az nem derecesine kadar kurutmak, küf (mantar) oluşumuna engel olmak için yeterlidir. Güvenli bir konteynırda depolamak da mısırın kemirgenlerden ve kuşlardan korunmasına yardımcı olur. Mısır, hasat edilmeden önce mısır ekinbisi (*Sitophilus*



Carl J. BERN



K. A. ROSENTRATER



T. J. BRUMM

maize weevils (*Sitophilus zeamais*) before harvest. Without proper management, losses of maize stored by subsistence farmers can be up to 100% of the crop. Local experts estimated that 22.4% of the 2008 maize crop in the countries of Southern and Eastern Africa was lost during storage. Losses in the Kamuli district of Uganda are estimated at nearly 40% (Musoke 2010). The value of postharvest losses of grain in Sub-Saharan Africa could be as much as US\$ 4 billion out of a grain production value of US\$ 27 billion for 2005-07. These losses represent a tremendous supply of grain that could be made available for food without use of additional land, seed, labor, water, and other inputs.

OVERVIEW HERMETIC GRAIN STORAGE

Hermetic grain storage systems strive to eliminate all exchange of gases between the inside and the outside of a grain storage container. If the gas exchange is low enough, living organisms such as insects within the container will deplete the oxygen and produce carbon dioxide until they die or become inactive due to the low oxygen levels. Hermetic grain storage can be an appropriate method for many subsistence farmers. It eliminates the need for insecticides, which are costly and often inaccessible for these farmers. Misuse of insecticides by farmers is common and can cause health and environmental problems. If maize is dried to 14% moisture or less, storage molds and fungi can be reduced and even prevented. A robust container protects the maize from birds and rodents.

Yakubu et al., 2011 have developed a procedure to estimate the time required for complete mortality of adult maize weevils in a hermetically-sealed container filled with maize (Figure 1). Data from extensive laboratory tests of hermetically-stored maize at Iowa State University formed the basis for this procedure. The area within the

zeamais) gibi böceklerden etkilenebilir. Geçimlik çiftliklerde depolanan mısır, uygun şekilde yönetilmezse, ürünlerdeki kayıp yüzde 100'e kadar ulaşabilir. Yerel uzmanlar Güney ve Doğu Afrika'da 2008 yılına ait mısırın yüzde 22,4'ünün depolama sırasında kaybolduğunu tahmin etmektedir. Uganda'nın Kamuli bölgesindeki kayıpların yüzde 40'ı bulunduğu tahmin ediliyor. Sahra-Altı Afrika'da, toplam üretim değeri 24 milyar dolar olan tahılların, hasat sonrası kaybolan değeri 4 milyar dolar olabilir. Bu kayıplar; ilave tarım alanı, tohum, iş gücü, su ve diğer girdiler olmadan gıda bulunurluğu için kullanılacak yığınla tahıl temsil ediyor olabilir.

HERMETİK TAHİL DEPOLAMA

Hermetik (hava geçirmez) tahıl depolama sistemleri bir tahıl deposunun içindeki ve dışındaki tüm gaz alışverişini ortadan kaldırmaya çalışır. Eğer gaz alışverişi yeteri kadar düşükse, böcek gibi konteynır içindeki canlı organizmalar oksijeni tüketirler ve ölüncüye ya da düşük oksijen seviyesi dolayısıyla hareketsiz kalıncaya kadar karbondioksit üretirler. Hermetik tahıl depolama birçok geçimlik çiftçi için uygun metot olabilir. Hem maliyeti yüksek hem de çiftçilerin erişiminden uzak olan böcek ilacı (Insektisid) ihtiyacını azaltabilirler. Çiftçilerin böcek ilaçlarını yanlış kullanması oldukça yaygın olmakla birlikte bu sağlık ve çevre açısından sorunlara neden olabilir. Eğer mısır yüzde 14 ya da daha az sıcaklıkta kurutuluyorsa, depo küfü kontrol edilebilir. Güçlü bir konteynır, mısırı kuşlardan ve kemirgenlerden koruyabilir.

2011 yılında Yakubu ve diğ., hermetik mısır konteynırlarında görülen yetişkin ekin bitinin ölümü için gereken zamanı belirlemek için bir prosedür geliştirdi. Iowa Eyalet Üniversitesi'nde bulunan hermetik depolardaki mısırların laboratuvar test verileri bu prosedürün temelini oluşturdu.

Şekil 1'deki dört nokta arasını gösteren alan (10°C ile 27°C, 8 ile 16% arasında nem) Doğu Afrika çiftliklerindeki

four points on Figure 1 (10°C to 27°C, 8 to 16% moisture) includes most maize storage conditions on farms in East Africa. The graph may be used to predict time to 100% adult weevil mortality in any hermetic storage container. An example illustrates the procedure: a 225-L (55-gal) barrel contains 162 kg of maize at 10% moisture stored at 20°C, and the maize contains 100 adult weevils per kg. Interpolating between points (Figure 1) predicts an oxygen utilization value of 0.114 cm³ per weevil per day. On average, weevils die when the oxygen level reaches 4%. Using container volume, and assuming maize kernel density at 1.24 g cm⁻³, along with the calculated oxygen utilization value, and assuming no leakage of oxygen into the barrel, the predicted time to 100% mortality is calculated to be nine days.

HERMETIC STORAGE SYSTEMS

Postcosecha galvanized steel silos: The Postcosecha galvanized steel silo was developed in Central America in about 1980 for on-farm storage of grain and seed. Postcosecha ("postharvest" in Spanish) is a development program begun in Honduras in the 1980s, and has evolved into a technology production and dissemination organization operating in Central America and elsewhere in developing countries. The Swiss Agency for Development and Cooperation supported the original silo construction programs in El Salvador, Nicaragua, Honduras, and Guatemala where nearly 600,000 silos were built by 2008.

Postcosecha silos are built locally using simple tools,

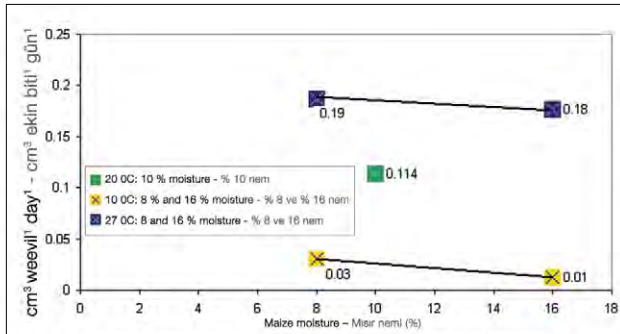


Figure 1: Average oxygen consumption of maize weevils in shelled maize
Şekil 1: Ayıklanmış mısırlardaki ekin bitinin ortalama oksijen tüketimi

en yaygın mısır depolama koşullarını göstermektedir. Bu grafik herhangi bir hermetik depolama konteynirındaki yetişkin ekin biti ölüm oranını yüzde 100 olarak tahmin etmede kullanılabilir. Bu bir örnek ile açıklanabilir: 225 litrelik (55-gal) bir varil, 20°C'de depolanmış yüzde 10 nem içeriğine sahip 162 kg mısır taşır. Mısır, her bir kg'da

100 yetişkin ekin biti içerir. Noktaların ara değerini bularak (Şekil 1) günde ekin biti başına 0.114 cm³'lük oksijen kullanım değeri çıkarılabilir. Ekin biti, ortalama olarak oksijen seviyesi yüzde 4'e düştüğünde ölür. Hesaplanan oksijen kullanım değeriyle birlikte konteynir hacmi kullanılarak, mısır tanesi yoğunluğunun 1,24 g cm⁻³ olduğu varsayılarak ve varilde hiç oksijen sızıntısı olmadığı varsayılarak yüzde 100 ölüm zamanı 9 gün olarak hesaplanır.

HERMETİK DEPOLAMA SİSTEMLERİ

Postcosecha galvanize çelik silolar: Postcosecha galvanize çelik silolar, çiftliklerdeki tahılların ve tohumların depolanması için 1980'li yıllarda Orta Amerika'da geliştirildi. Postcosecha (İspanyolca hasat sonrası) 1980'lerde Honduras'ta başlamış bir gelişim programıdır. Program daha sonra Orta Amerika'da ve diğer gelişmekte olan ülkelerde, teknoloji üretimi ve yayılması organizasyonuna dönüşmüştür. İsviçre Kalkınma Ve İşbirliği Ajansı 2008 yılına kadar 600 bin adet silo inşa edilen El Salvador, Nikaragua, Honduras ve Guatemala'da orijinal silo yapım programlarını desteklemiştir.

Postcosecha silolar, 26 ayar (gauge) (0.7 mm) galvanize çelik levhalar ve kurşun esaslı lehimlerle basit araçlar



Figure 2: Postcosecha steel silos (Bravo-Martinez 2009)
Şekil 2: Postcosecha çelik silolar



Figure 3: Removing maize from silo (SDC 2013)
Şekil 3: Mısır silodan çıkarılırken

26-gauge (0.7-mm) galvanized steel sheets, and lead-based solder. Grain capacities range from 180 to 1360 kg (7 to 53 bushels) (Figure 2). Joints and seams use a 5-mm fold, which is crimped and soldered for strength and tightness. A 37-cm-diameter intake throat is built into the top of the silo for filling and inspection. The throat protrudes about 10 cm above the top and is fitted with a snug-fitting removable cap. A 15-cm-diameter outlet port for removal of grain is located with its centre 10.5 cm above the floor. It protrudes about 15 cm and is also fitted with a snug fitting removable cap. The intake throat and outlet port caps can be sealed with locally available products such as tallow, grease, soft soap, beeswax, or a bicycle tire inner tube strip.

Bulk products such as maize, beans, sorghum, rice, wheat, barley, as well as seeds can be effectively stored in silos. The product must be clean and dry (below 14% moisture for maize) before being placed in the silo to prevent mold and fungal spoilage. The silo has no provision for mechanical aeration. At the farm the silo is placed on a 15-cm-tall wood platform in the shade, under a roof, or inside the house. The outlet port allows small quantities of maize to be removed as needed for food (Figure 3).

Postcosecha silos are built locally and sold to farmers by persons called "artisans." These artisans complete a short course covering all elements of building and selling silos. A 159-page publication covering all technical and business aspects of silo construction is available in several languages (SDC 2013). Local employment and commerce generated by silo construction is an important benefit of the Postcosecha development program. Storing grain in a silo also allows farmers to market surplus grain when prices are high, instead of at harvest when prices may be at yearly lows.

If clean maize at 14% moisture or below is placed in a silo and managed properly, losses during one year or more of storage will be near zero. If the silo is filled with maize and hermetically sealed, maize weevils and other insects will be kept under control. Insecticide tablets (Phostoxin, Detia, Quick Phos, Gastion) are also available for chemical control of insects in the silo. There is evidence that the caps on these silos often are not sealed well enough to kill insects due to lack of oxygen and insecticide tablets need to be used to keep the grain insect free.

Silos have an expected life of 25 to 40 years, with proper maintenance. A 1360-kg-capacity silo currently sells for \$145. Silos reportedly pay for themselves because of higher market process obtained for stored grain and because they prevent storage losses, which are traditionally over 20% of the harvest.

kullanılarak yerel olarak inşa edilir. Tahıl kapasiteleri 180 kg ile 1360 kg (7 ile 53 bushel arası) arasında değişir (Şekil 2). Güçlü ve sert olması için ek ve bağlantı yerlerinde kıvrımlar ve lehimlenmiş 5 mm'lik katlar kullanılmıştır. 37 cm çaplı giriş ağzı, dolum ve kontrol amacıyla silonun üstüne yapılmıştır. Giriş ağız silonun yaklaşık 10 cm üstünde yer almaktadır ve rahat oturan çıkarılabilir kapağa sahiptir.

Tahılların çıkışını sağlayan 15 cm çaplı çıkış ağzı ise merkezi şekilde zeminden 10,5 cm yukarıya yerleştirilmiştir. 15 cm dışarıya doğru çıkıktır ve rahat oturan çıkarılabilir kapakla donatılmıştır. Giriş ve çıkış ağızları, iç yağı (tatlow), makine yağı, yumuşak sabun, balmumu ya da bisiklet tekerleklerindeki iç lastik şeridi gibi yöresel olarak bulunabilecek ürünlerle kapatılabilir.

Tohumların yanı sıra mısır, fasulye, sorgum, pirinç, buğday ve arpa gibi yığın ürünler silolarda depolanabilir. Ürünler, küf gibi bozulmalara engel olmak için siloya yerleştirilmeden önce temiz ve kuru olmalıdır (mısır için yüzde 14'ün altı nem). Silolarda mekanik havalandırma için herhangi bir hüküm bulunmuyor. Çiftliklerde silolar gölgelik yerlerde, bir çatının altında ya da ev içinde yerden 15 cm yükseklikte ahşap platformlara yerleştiriliyor. Çıkış ağzı, gerekli olduğunda az miktarda mısırın gıda için alınmasına da olanak sağlıyor (Şekil 3).

Postcosecha silolar, yerel olarak üretilir ve "esnaf" denilen kişilerce çiftçilere satılır. Bu kişiler silo yapımı ve satışına dair tüm öğeleri kapsayan kısa bir eğitim alırlar. Silo yapımına dair tüm teknik ve ticari bilgileri içeren 159 sayfalık kitap da birkaç dilde yayımlanmaktadır. Silo yapımının yerel istihdam ve ticaret sağlaması Postcosecha gelişim programının önemli bir parçasıdır. Silolarda tahıl depolama; çiftçilerin ihtiyaç fazlası tahılları fiyatların daha düşük olabileceği hasat zamanı yerine fiyatlar yükseldiği dönemde pazarlamasına olanak tanıyor.

Eğer yüzde 14 veya daha az nem içeriğine sahip temiz mısır siloya yerleştirilir ve uygun şekilde yönetilirse, bir yıl ya da daha uzun süredeki depolamalarda kayıplar sıfıra inecektir. Eğer silo mısırla doldurulur ve sınıksız kapanırsa, mısır ekin biti ve diğer böcekler kontrol altında tutulabilecektir. İnsektist tabletler (Phostoxin, Detia, Quick Phos, Gastion) silodaki böceklerin kimyasal kontrolü için kullanılabilir. Bu silolardaki kapakların, böcekleri öldürecek oksijen yetersizliğini sağlayacak kadar iyi kapatılmadığına dair kanıtlar vardır çünkü böcek öldürücülerin tahıl böceklerini özgür bırakacak şekilde kullanılması gerekmektedir. Siloların ömrü iyi bir bakım halinde 25 ile 40 yıl arasında değişir. 1360 kg kapasiteli silolar, 145 dolara satılmaktadır (2011). Tahıllar için sağladığı yüksek pazar süreci ve hasat sonrası oluşan kayıpların yüzde 20'sini engellemesi, siloların kendi kendini amorti etmesini sağlamaktadır.

Purdue improved cowpea storage (pics) system: A team at Purdue University has developed the Purdue Improved Cowpea Storage and is promoting its use in Western Africa with funds from the Gates Foundation. The program uses a triple plastic bagging system developed by entomologist Larry Murdoch (Forbes, 2007). The PICS system was developed for storage of cowpeas in West and Central Africa and the project goal is to have 50% of the farm-stored cowpea in hermetic storage without insecticides by 2012.

PICS technology uses plastic bags to achieve hermetic storage of cowpeas and other grain. Threshed cowpea grain, dried to an appropriate moisture level and free of crop debris, is placed into 50- or 100-kg capacity high-density polyethylene bags with 80- μ m thickness. A first bag is filled completely, but with a 20- to 30-cm neck, which is tied securely. Then, this bag is surrounded by a second bag with the same thickness. The second bag's neck is also tied securely. Finally, these two bags are placed in a third woven nylon or polypropylene bag used for its strength. With the third bag tied securely, the container can be handled without bursting the inner bags, and is readily accepted by grain handlers who are accustomed to handling cowpea in this type of woven bag. Figure 4 is a PICS high-density polyethylene bag, and Figure 5 is a PICS woven outer bag. Over the past three years, over one million bags have been produced and sold through this program. The cost for two 100-kg polyethylene bags and one outer bag averages \$3. Life is about two years. These bags can be reused multiple times, and their life is about two years.

GrainPro ultra-hermetic bags: GrainPro Inc. of Concord, Massachusetts, USA manufactures and markets an extensive line of ultra-hermetic bags designed to achieve hermetic storage conditions. The bags are used to store a wide variety of agricultural commodity products and also many types of seeds, and are marketed worldwide.

The SuperGrainbag IIITM is a type suitable for use by the small farmer to store maize on the farm. It is available with capacities of 30 to 100 kg of maize. Besides maize, it is applicable for coffee, rice paddy, milled rice, sor-

Purdue b r lce depolama sistemi (PICS): Purdue  niversitesi'nden bir grup, Purdue b r lce depolama sistemini geliştirdi ve şimdi Gates Vakfı'nın fonlarıyla Batı Afrika'da tanıtımını yapıyor. Program, entomolojist Larry Murdoch tarafından geliştirilmiş   l  plastik  uvallama sistemini kullanıyor. PICS sistemi, Batı ve Orta Afrika'daki b r lcelerin depolanması için geliştirildi. Projenin amacı ise 2012 yılına kadar, çiftliklerde hermetik depolama ile saklanan b r lce miktarını, böcek ilacı olmadan yüzde 50'ye çıkarmak.



Figure 4: PICS 80- μ m polyethylene inner bag
şekil 4: PICS 80 mikron polietilen i   uval



Figure 5: PICS woven outer bag
şekil 5: PICS dış dokuma  uval

PICS teknolojisi, b r lcelerin ve diğer tahılların hermetik şekilde depolanması için plastik çuvallar kullanıyor. Uygun nem seviyesinde kurutulmuş ve   p içermeyen ayıklanmış b r lce taneleri, 50 ya da 100 kg kapasiteli, yüksek yoğunluklu, 80 μ m (mikron) kalınlığındaki polietilen çuvallara yerleştirilmektedir. İlk  uval tamamen doldurulur ancak 20-30 cm'lik bağlarla güvenli bir şekilde ba lanır. Son-

ra, bu çuval aynı kalınlıktaki ikinci bir  uvalla sarılır. İkinci  uvalın ağzı da güvenli bir şekilde ba lanır. Son olarak, bu iki çuval daha güçlü olması için seyrek dokunmuş     nc  bir naylon ya da polipropilen çuvala yerleştirilir.     nc  çuvalın da güvenli bir şekilde ba lanmasıyla konteynırın içindeki çuvalların yırtılmadan kullanılması sağlanmış olur. Bu sayede börülceler, bu tip dokunmuş çuvallarda ürün işlemeye alışkın tahıl işleyicileri tarafından da kolayca kabul edilebilir. şekil 4'te PICS yüksek yoğunluklu polietilen çuval, şekil 5'te ise PICS dış dokuma çuvalı gösterilmektedir. Son üç yolda, bu program aracılığıyla bir milyonun üzerinde çuval üretilmiş ve satılmıştır. 100 kg'lık iki polietilen çuvalın ve bir dış çuvalın ortalama maliyeti 3 dolardır, ömrü ise 2 yıldır.

GrainPro ultra-hermetik çuvallar: ABD'nin Massachusetts eyaletine ba lı Concord şehrinde bulunan GrainPro Inc. hermetik depolama koşullarını yerine getirmek için ekstra geniş ultra-hermetik çuvallar üretilip pazarlamaktadır. Çuvallar çok çeşitli tarımsal ürünleri ve çok sayıda tohumu depolamak ve dünya genelinde pazarlamak için kullanılmaktadır.

SuperGrainbag IIITM ise küçük    ekli çiftliklerde mısırdopolamak için kullanmaya uygun bir tiptir. 30-100 kg'lık mısırdopolamaya sahiptir. Mısırdopolan yanı sıra, aynı zamanda kahve,  eltik, piri , sorgum, darı, soya fasulyesi, bu -

ghum, millet, soybeans, wheat, cocoa, beans, peas, lentils, and all types of seeds. Product is placed in the 78-µm multilayer polyethylene bag (which has a proprietary barrier layer that makes its permeability to oxygen far lower than polyethylene alone). It uses a two-track zipper and is sealed using a zipper slider. The sealed bag is then placed in a protective woven outer bag (Figure 6). The SGB IIITM membrane has an oxygen transmission rate of 4.28 cm³m⁻²day⁻¹ and a water vapor permeability of 2.14 g cm⁻²day⁻¹. The 70-kg bag costs \$2.50 + shipping in 200-bag lots (GrainPro 2013). Outer protective bags cost about \$1US. Maize can be stored for up to two years in a storage cycle. With careful use, the bag will last for about five cycles. Punctures can be repaired with tape.

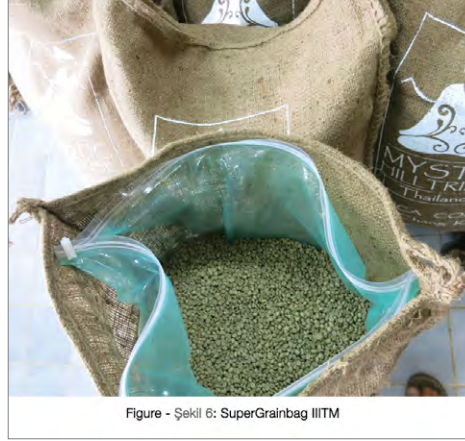


Figure - Şekil 6: SuperGrainbag IIITM

day, kakao, fasulye, mercimek ve tüm tohumlar için uygulanabilir. Ürün, oksijen geçirgenliği polietilenden çok daha az olan özel bir bariyer tabakası ile kaplı 78 mikronluk polietilen çuvalara yerleştirilir. Çuval, çift taraflı fermuara sahiptir ve fermuar sürgüsüyle kapatılır. Yalıtılmış çuvalar daha sonra koruma amaçlı bir dış dokuma çuvalı (Şekil 6) içerisine yerleştirilir. SGB IIITM kaplama, 4.28 cm³ 2-2 gün⁻¹'lik oksijen geçiş hızına ve 2.14 g cm⁻² gün⁻¹'lik su buharı geçirgenliğine sahiptir. 70 kg'lık çuval maliyeti 2,50 dolardır ve 200 çuvallık partiler halinde sevkiyat yapılır (GrainPro 2013). Dış koruyucu çuvalın yaklaşık maliyeti 1 Dolardır. Mısır, bir depolama döngüsünde iki yıla kadar saklanabilir. Dikkatli kullanımla çuvalar beş döngü dayanabilir ve yırtıklar bantla tamir edilebilir.

Recycled plastic containers: Used containers are readily available at low prices in markets in sub-Saharan Africa. One common type of plastic container originally contains edible oil (Figure 7). Used 10-L plastic oil containers like the one in Figure 7 are available in Kamuli, Uganda for US\$1 each. They will hold approximately 7-8 kg of maize. In order to test the concept of using recycled edible oil containers for hermetic maize storage; an experiment was conducted to compare 10-L hermetically-sealed containers and identical containers with screen caps. Weevil-Infested maize was purchased in the local

Geri Dönüşümlü Plastik Konteynirler: İkinci el konteynirler Sahra Altı Afrika'da uygun fiyata bulunabilir. İlk başlarda yemeklik yağ konteyniri olarak kullanılan plastikten yapılmış konteynirler, yaygın şekilde kullanılır (Şekil 7). Şekil 7'deki gibi kullanılmış 10 litrelik plastik konteynirler, Uganda'nın Kamuli bölgesinde her biri 1 dolara bulunmaktadır ve 7,74 kg'lık mısır alabilmektedirler. Hermetik mısır depolamada geri dönüşümlü yemeklik yağ konteynirinin kullanımını test etmek için 10 litrelik hermetik konteynirler ve eş konteynirler yüzey kapaklarıyla birlikte



Figure 7: Recycled 10-L edible oil container, Kamuli, Uganda
Şekil 7: Geri dönüşümlü 10-L Yemeklik yağ konteyniri, Kamuli, Uganda

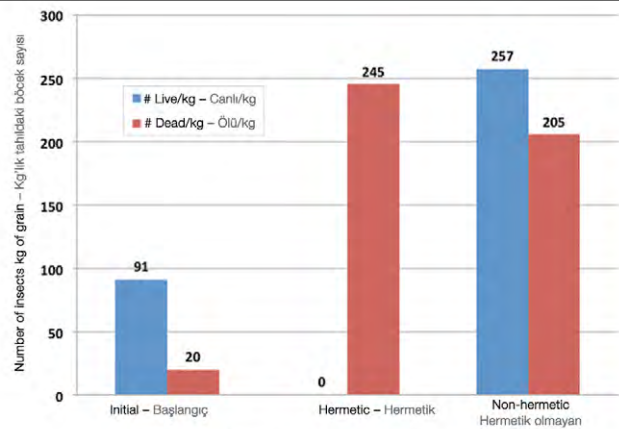


Figure 8: Recycled oil container experiment results
Şekil 8: Geri dönüşümlü konteynir deney sonuçları

market and stored in the 10-L used but cleaned, edible oil containers under two conditions: (1) hermetically sealed (airtight) and (2) open to air infiltration but closed to insect migration into or out of the container (via the screens). Three containers at each condition were stored at ambient temperature (approximately 22 °C) for four weeks.

karşılaştırılmıştır. Yerel pazardan ekin biti bulaşmış mısır alınmış ve 10 litrelik, temizlenmiş yemeklik yağ konteynirlerinde iki koşulda depolanmıştır: (1) hermetik-kapalı (hava geçirmez) ve (2) hava filtrelemeye açık ancak konteynir içinde ve dışında böcek yerleşimine kapalı. Her iki durumdaki üç konteynir, oda sıcaklığında (yaklaşık 22°C)

The weight, quality characteristics and degree of infestation (live and dead insects) were determined before and after storage.

After four weeks of storage, the total number of adult weevils more than doubled in the hermetically sealed containers and increased by more than four times in the open containers (Figure 8). However, the hermetically sealed containers resulted in 100% adult weevil mortality. In the open containers, approximately 50% of the weevils were alive and actively feeding on the maize, which resulted in significant quality deterioration compared to hermetic storage.

RAT PROBLEMS

Even though bags can be effective at controlling insect infestations, maize stored in bags may be subject to damage by rats. Figure 9 shows a maize storage bag in Zimbabwe with a hole made by rats. The rat problem was solved by placing the bag containing maize inside a plastic barrel.

ESTIMATING STORAGE COSTS

Table 1 summarizes capacities, costs, and life estimates for the four storage systems discussed. The last column shows storage cost in dollars per metric ton per year, based only on original container cost. By this measure,



Figure 9: Rat damage to grain storage bag
Şekil 9: Tahıl depolama çuvalarında kemirgen hasarı

dört hafta boyunca depolandı. Ağırlığı, kalite özellikleri ve istila derecesi (canlı ya da cansız böcekler) depolamadan önce ve sonra ölçüldü. Dört haftalık depolamadan sonra yetişkin ekin bitlerinin toplam sayısı hermetik konteynırlarda ikiye katlanmış, açık konteynırlarda (Şekil 8) ise dört katına çıkmıştır. Ancak, hermetik konteynırlar erişkin ekin biti noktasında yüzde 100 ölüm oranıyla sonuçlanmıştır. Açık konteynırlarda, ekin bitlerinin yüzde 50'si canlıdır ve aktif şekilde mısırdan beslenmektedirler. Bu da hermetik depolara kıyasla ciddi kalite bozulması anlamına gelmektedir.

KEMİRGEN PROBLEMLERİ

Çuvalarda depolanan mısır, kemirgenlerden zarar görebilir. Şekil 9, Zimbabwe'deki mısır depolama çuvalarındaki deliklerin kemirgenler tarafından açıldığını gösteriyor. Kemirgen problemi, mısır dolu çuvalar plastik varillere konarak çözüldü.

DEPOLAMA MALİYETİNİ HESAPLAMA

Tablo 1, ele alınan dört depolama sistemini kapasite, maliyet ve kullanım ömrü açısından özetlemektedir. Son sütun, orijinal konteynır maliyetinden yola çıkarak yıllık depolama maliyetini dolar/ton cinsinden göstermektedir. Bu ölçüm, Postcosecha çelik siloların diğer sistemlere kıyasla

Table 1. Maize Storage Container Costs
Tablo 1. Mısır Depolama Konteynır Maliyeti

Container Type Konteynır Tipi	Capacity Kapasite (Kg)	Cost Maliyet (US \$)	Useful Life Ekonomik Ömür (Year)	Storage cost Depolama Maliyeti (US\$/Mg/Year)
Postcosecha Steel Silo Postcosecha Çelik Silo	1360	145	25 to 40	4.26 to 2.67
Purdue Triple-Bagging Purdue Üçlü-Poşetleme	100	3	2	15.00
GrainPro Super Grainbag™	70	3.50	5	10.00
Recycled Oil Container Geri dönüşümlü Yağ Konteynır	7.74	1	3	43.06



the Postcosecha Steel Silo has the least cost and, in fact, costs only 6 to 37 % of the other systems. There is a huge investment initially, but then the container will probably last beyond the working life of the farmer. Because of this long life, a market for used silos may develop. Costs for the two bag systems (\$12 to \$15 per metric ton per year) depend heavily on the assumed life of the bags, which relies on proper management. In spite of its low purchase price, low capacity drives up the cost of the recycled oil container to between 3 and 16 times the other costs.

Postcosecha galvanized steel silos, the Purdue triple-bagging system, Grain Pro membrane bags, and Recycled plastic food containers are all in use for storage of maize on subsistence farms. Original cost and life vary considerably among the four. With proper management, all should be able to provide effective grain storage and resulting control of insects.

References – Kaynaklar:

1. Forbes, B. 2007. Gates Foundation funds Purdue effort to protect food, enhance African economy. Purdue University. http://www.entm.purdue.edu/news/murdock_gates.html. Examined 6 Nov 2010.
2. GrainPro. 2013. GrainPro SuperGrainBags. Available at <http://www.grainpro.com> Examined 25 May 2013.
3. SDC 2013. Agriculture and food security network.
4. Yakubu, A., C. Bern, J. Coats, T. Bailey. 2011. Hermetic on-farm storage for maize weevil control in East Africa. *Africa Journal of Agricultural Research* 6(14): 3311-3319.

sadece yüzde 6-37 oranında daha az maliyete sahip olduğunu göstermektedir. Başlangıçta büyük bir yatırımdır ancak sonrasında konteynırlar muhtemelen çiftçinin çalışma ömrünün ötesine geçer. Bu uzun ömürlülük yüzden ikinci el silolar satan işletmeler de çalışmaya devam eder. 2 çuvallama sisteminin (yılda ton başına 12-15 dolar) maliyeti ise, çuvalların varsayılan ömrüne bağlıdır; bu da uygun bir yönetime dayanır. Düşük satın alma fiyatına rağmen düşük kapasite, geri dönüşümlü yağ konteynırının maliyetini diğerlerine göre 3-16 kata kadar artırır.

Postcosecha galvanize çelik silolar, Purdue üçlü çuvallama sistemi, GrainPro membran çuval ve geri dönüşümlü plastik gıda konteynırları, geçimlik çiftliklerde mısır depolamada kullanılmaktadır. Ürünlerin asıl maliyeti ve ömrü, dördü arasında önemli değişiklikler göstermektedir. Doğru bir yönetimle hepsi etkili tahıl depolama ve böcek kontrolü sağlayabilmektedir.



Sifter Break Detection Elek Patlaması

**Save time, money and
loss in production
by instantly being
able to tell you have
a break in your sifter**

**Anında ELEK PATLAMASINI
tespit edip zaman, para ve
üretim kaybını önlemek
için alarm verme yöntemi**

Branscan Limited
15 Lowesmoor Wharf, Worcester,
England WR1 2RS
+44 (0) 1905 29367 Sales@branscan.com